附件二

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□-20□□

三峡水库水环境质量评价技术规范

Technical Guideline for Water Environmental Quality Assessment
of Three Gorges Reservoir

(试行)

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 三峡水库水环境质量评价内容.....	1
5 三峡水库水体营养状态评价分区.....	2
6 三峡水库水体营养状态分级.....	2
7 三峡水库水体营养状态评价.....	2
8 三峡水体水环境质量综合评价结果表征.....	4
附录A（规范性附录）三峡水库水体营养状态评价分区方法.....	6
附录B（规范性附录）营养状态变化趋势的定量分析方法——秩相关系数法.....	8

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，保护环境，规范三峡水库水环境质量评价工作，制定本标准。

本标准规定了长江三峡水库主库区和支流回水区水体营养状态评价方法、水环境质量综合评价方法等技术内容。

本标准附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境科学研究院。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

三峡水库水环境质量评价技术规范

1 适用范围

本标准规定了长江三峡水库主库区和支流回水区水体营养状态评价方法、水环境质量综合评价方法等技术内容。

本标准适用于长江三峡水库主库区、支流回水区水体的水环境质量评价。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 3838-2002 地表水环境质量标准

3 术语和定义

3.1 三峡水库主库区

指长江三峡水库蓄水后，在长江干流形成的回水区。

3.2 三峡水库支流回水区

指直接注入三峡水库主库区的支流，蓄水后所形成的回水区。

3.3 水体富营养化

指水体接纳过量氮、磷等营养物质，使藻类以及其他水生生物异常繁殖，水体透明度和溶解氧变化，造成水体水质恶化，从而使水生态系统和水生态服务功能受到阻碍和破坏。

3.4 营养状态指数

指以叶绿素 a 的状态指数为基准，选择与叶绿素 a (Chla) 指标关系密切的营养状态指标如总磷 (TP)、总氮 (TN)、透明度 (SD) 和高锰酸盐指数 (I_{Mn}) 进行加权综合，表征水体营养状态水平，分别用单项营养状态指数 TLI (j) 和综合营养状态指数 TLI (Σ) 表示。

3.5 水质类别比例

指一个水域多个监测断面，达到某一类别的断面数与总监测断面数之比。

4 三峡水库水环境质量评价内容

三峡水库水环境质量评价包括水质类别评价、水质变化趋势分析、营养状态评价、营养状态变化趋势分析。

水质类别评价和水质变化趋势分析方法按照 GB3838-2002 要求进行。

营养状态评价和营养状态变化趋势分析方法按照本标准进行。营养状态评价只针对湖泊型水体进行，对于河流型和过渡型水体不作营养状态评价。

5 三峡水库水体营养状态评价分区

按照三峡水库主库区和支流回水区水体的特征水力滞留时间和特征流速，水体类型划分为河流型、过渡型和湖泊型三种。

三峡水库三期蓄水后，主库区水域为河流型或过渡型水体。

五布河、御临河、桃花溪、龙溪河、梨香溪、乌江、珍溪河、渠溪河、碧溪河、龙河、池溪河、东溪河、黄金河、汝溪河、老龙河、壤渡河、芑溪河、小江、汤溪河、磨刀溪、长滩河、梅溪河、草堂河、五马河、大宁河、官渡河、抱龙河、边城河、万福河、神龙溪、锣鼓河、童庄河、凉台河、香溪河和九畹溪等主要支流回水区水体，属于湖泊型。

其他支流回水区水体类型的确定，可以参照附录 A 规定的方法进行。

6 三峡水库水体营养状态分级

基于水体综合营养状态指数，结合水体对使用功能的支持程度，将三峡水库水体营养状态按功能高低依次划分为六级：

I级 贫营养级 水体 $TLI(\Sigma) \leq 30$ 。水体初级生产力低，完全支持水体的各种使用功能。

II级 中营养级 水体 $30 < TLI(\Sigma) \leq 50$ 。水体初级生产力中等，但不影响水体的各种使用功能。

III级 轻度富营养级 水体 $50 < TLI(\Sigma) \leq 60$ 。水体初级生产力较高，作为工业、生活水源需要作适当处理，仍可作为人体直接接触的娱乐用水，也不影响水产养殖等功能。

IV级 中度富营养级 水体 $60 < TLI(\Sigma) \leq 70$ 。水体初级生产力高，出现少量藻华，作为工业、生活水源需要作特殊工艺处理，不支持直接接触的娱乐用水功能，对非直接接触的景观功能也产生明显的影响。

V级 重度富营养级 水体 $70 < TLI(\Sigma) \leq 80$ 。水体初级生产力极高。水体出现大面积藻华，严重影响水体的使用功能。不支持工业、生活水源和景观娱乐用水功能，仅满足农业用水功能。

劣V级 异富营养级 水体 $TLI(\Sigma) > 80$ 。水体营养状态超过重度富营养水平，水体发黑发臭，水华爆发现象频繁发生。

7 三峡水库水体营养状态评价

7.1 水体营养状态评价指标

采用总氮（TN）、总磷（TP）、叶绿素 a（Chla）、透明度（SD）和高锰酸盐指数（ I_{Mn} ）5 个指标作为营养状态评价指标。其中，总磷、总氮是富营养化的原因变量，叶绿素 a、高锰酸盐指数和透明度是响应变量。

7.2 三峡水库水体综合营养状态指数计算方法

依据叶绿素a、总磷、总氮、透明度和高锰酸盐指数5个单项指标的浓度值，分别计算单项营养状态指数，公式如下：

$$TLI(chla) = 10\left[2.46 + \frac{\ln(\rho_{chla})}{\ln 2.5}\right] \quad (1)$$

$$TLI(TN) = 10\left[2.46 + \frac{1.6316 + 4.3067 \ln(\rho_{TN})}{\ln 2.5}\right] \quad (2)$$

$$TLI(TP) = 10\left[2.46 + \frac{10.2862 + 2.8691 \ln(\rho_{TP})}{\ln 2.5}\right] \quad (3)$$

$$TLI(SD) = 10\left[2.46 + \frac{2.6027 - 7.6079 \ln(D_{SD})}{\ln 2.5}\right] \quad (4)$$

$$TLI(I_{Mn}) = 10\left[2.46 - \frac{0.7204 - 4.1230 \ln(\rho_{I_{Mn}})}{\ln 2.5}\right] \quad (5)$$

式中：

ρ_{chla} ——叶绿素 a 浓度值，mg/l；

ρ_{TN} ——总氮浓度值，mg/l；

ρ_{TP} ——总磷浓度值，mg/l；

D_{SD} ——透明度，m；

$\rho_{I_{Mn}}$ ——高锰酸盐指数浓度值，mg/l。

综合营养状态指数是单项营养状态指数加权之和求得，公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j) \quad (6)$$

式中：

$TLI(\Sigma)$ ——综合营养状态指数；

$TLI(j)$ ——第 j 种指标的单项营养状态指数；

m——指标个数，本标准取 5；

W_j ——第 j 种指标的单项营养状态指数的相关权重，取值为： $W_{chla} = 0.5996$ ； $W_{TN} = 0.0718$ ； $W_{TP} = 0.1370$ ； $W_{SD} = 0.0075$ ； $W_{I_{Mn}} = 0.1840$ 。

7.3 三峡水库水体营养盐评价指标

三峡水库水体营养盐评价指标用于三峡水库水体总氮、总磷环境容量估算和总量控制，具体评价指标值见表 1。

表 1 三峡水库营养盐评价指标值

单位: mg/L

营养状态分级	总氮(TN)	总磷(TP)
贫营养级	0.78	0.034
中营养级	1.30	0.074
轻度富营养级	1.68	0.108
中度富营养级	2.16	0.158
重度富营养级	2.78	0.231
异富营养级	>2.78	>0.231

7.4 三峡水库水体营养状态评价技术要求

7.4.1 定量评价的技术要求

每月有两次或两次以上测量值时，取测点表层 0.5 米数值的平均值进行评价。

断面的年或季节水体营养状态评价，按评价时段内的每个测点每次监测结果计算综合营养状态指数值，经时间加权平均，得到评价时段内综合营养状态指数。

水域的年或季节水体营养状态评价，根据评价时段内的断面评价结果，按照每个断面控制的水面面积加权平均，得到评价水域的综合营养状态指数，确定评价水域的营养状态级别。

为了全面反映三峡水库水生态系统演变规律，在定量说明水体营养状态的同时，应说明形成“水华”的浮游植物、浮游动物优势种群的类型和数量。

营养状态评价结果仅代表测点所控面积和监测时段的水体营养状况，对不同水域同期监测结果，分别确定其营养状态，可以进行营养状态的空间差异比较。

7.4.2 营养状态变化趋势评价

(1) 两个时段变化比较

按评价时段，计算综合营养状态指数值，进行水体营养状态的不同年度同期比较或同一年度不同月份比较。如果营养状态指数值变化不超过 5%，且没有级别变化，则称略有变化（“减轻”或“加重”）；如果综合营养状态指数值产生级别变化，或指数值变化超过 5%，则称显著变化（“减轻”或“加重”）。

(2) 多时段的水环境质量变化趋势评价

分析断面、支流在连续多时段的水环境质量变化趋势，评价水质或营养状态是否有变化及变化的程度，应对评价项目（如项目浓度、指数值等）与时间序列间的相关性进行分析，可采用 Spearman 秩相关系数法，具体内容见附录 B。

变化趋势应用折线图来表征。

8 三峡水体水环境质量综合评价结果表征

三峡水库水体断面水环境质量状况综合评价结果表征见表 2，三峡水库主库区与支流

回水区的水环境质量状况综合评价结果表征见表3。

表2 三峡水库水体断面水环境质量综合评价结果表征

水质类别和营养状态	环境质量状况	表征颜色
I~II类水质且贫-中营养	优	蓝色
III类水质且贫-中营养	良好	绿色
IV类水质或轻富营养	轻度污染	黄色
V类水质或中富营养	中度污染	橙色
劣V类水质或重-异富营养	重度污染	红色

表3 三峡水库主库区与支流回水区水环境质量综合评价结果表征

水质类别比例和营养状态	环境质量状况	表征颜色
I~III类水质比例 $\geq 90\%$ ，且贫或中营养	优	蓝色
$75\% \leq$ I~III类水质比例 $< 90\%$ ，且贫或中营养	良好	绿色
I~III类水质比例 $< 75\%$ ，且劣V类比例 $< 20\%$ 或轻富营养	轻度污染	黄色
I~III类水质比例 $< 75\%$ ，且 $20\% \leq$ 劣V类比例 $< 40\%$ 或中富营养	中度污染	橙色
I~III类水质比例 $< 60\%$ ，且劣V类比例 $\geq 40\%$ 或重-异富营养	重度污染	红色

附录A
(规范性附录)
三峡水库水体营养状态评价分区方法

A.1 三峡水库水体水动力学特征因子计算方法

水体的特征流速、特征滞留时间等水力学特征是控制水体营养状态的关键因子。

a) 特征滞留时间 (Tr)

滞留时间是判断水库营养状态的主要水动力学特征。滞留时间公式：

$$Tr = V / Q \quad (A.1)$$

式中：

Tr—特征滞留时间，d；

V—水库库容，一般采用有效库容，m³；

Q—年平均径流量或其他时段平均流量，m³/d。

b) 特征流速 (U)

采用月平均流速判断水库的流动状况：

$$U_{月} = Q_{月} / S \quad (A.2)$$

式中：

U_月—月平均流速，m/s；

Q_月—月平均流量，m³/s；

S —平均过水断面面积，m²。

A.2 三峡水库水体营养状态评价分区方法

a) 分区指标

根据月保证率流量、水库运行水位，计算不同月不同保证率下水动力学特征值，按照表 A.1 综合判断水体的水动力学类型。为进行营养状态评价分区，将水动力学指标无量纲归一化，具体计算处理方法如表 A.2。

表 A.1 水体动力学特征分类判断方法

	河流型	过渡型	湖泊型
特征滞留时间 Tr (d)	<20	20~300	>300
特征流速 U (m/s)	>0.03	0.03~0.01	<0.01

表 A.2 营养状态评价分区无量纲归一化值

指标	单位	无量纲指标	无量纲指标计算说明
滞留时间	天 (d)	滞留率	根据分段百分率加权和计算。 取月滞留时间<20d 段的无量纲值为 0；20-120d 段的无量纲值为 0.5；>120d 段的无量纲值为 1。

平均流速	m/s	流速比率	根据分段百分率加权和计算。 取月平均流速 <0.01m/s 段的无量纲值为 1； 0.01-0.03m/s 段的无量纲值为 0.5； >0.03m/s 段的无量纲值为 0。
------	-----	------	--

b) 分区指数 (RLI)

为使分区可以量化，拟定水体类别判断的分区指数如下式：

$$RLI = \sum_{i=1}^n \alpha_i F_i \quad (A.3)$$

式中：

RLI —分区指数；

F_i —第 i 个特征指标的无量纲及归一化数值；

α_i —第 i 个特征指标的权重系数，如表 A.3。

表 A.3 水力学分区指标的权重

指标	权重	说明
滞留时间	0.60	限制藻华发生的重要因子
流速	0.40	

c) 综合分区方法

根据三峡水库各类水体的富营养化敏感状况，确定水库综合分区方法如下：

$RLI < 0.4$ 属于河流型；

$0.4 \leq RLI < 0.6$ 属于过渡型；

$0.6 \leq RLI < 1.0$ 属于湖泊型。

附录B
(规范性附录)
营养状态变化趋势的定量分析方法——秩相关系数法

衡量富营养化变化趋势在统计上是否有显著性，最常用的是 Daniel 的趋势检验，它使用了 spearman 的秩相关系数。使用这一方法，要求具备足够的的数据，一般至少应采用 4 个期间的数据，即 5 个时间序列的数据。给出时间周期 $Y_1 \dots Y_N$ ，和他们的相应值 X （即年均值 $X_1 \dots X_N$ ），从大到小排列好，统计检验用的秩相关系数按下式计算：

$$r_s = 1 - [6 \sum_{i=1}^n d_i^2] / [N^3 - N] \quad (\text{B.1})$$

式中：

d_i —变量 X_i 与 Y_i 的差值， $d_i = X_i - Y_i$ ；

X_i —周期 1 到周期 N 按浓度值从小到大排列的序号；

Y_i —按时间排列的序号。

将秩相关系数 γ_s 的绝对值同 spearman 秩相关系数统计表（见表 B.1）中的临界值 W_p 进行比较。

表 B.1 秩相关系数 γ_s 的临界值 (W_p)

N	W_p		N	W_p	
	显著水平 (单侧检验) 0.05	显著水平 (单侧检验) 0.1		显著水平 (单侧检验) 0.05	显著水平 (单侧检验) 0.1
5	0.900	1.000	16	0.425	0.601
6	0.829	0.943	18	0.399	0.564
7	0.714	0.893	20	0.377	0.534
8	0.643	0.833	22	0.359	0.508
9	0.600	0.783	24	0.343	0.435
10	0.564	0.746	26	0.329	0.465
12	0.506	0.712	28	0.317	0.448
14	0.456	0.645	30	0.306	0.432

当 $\gamma_s > W_p$ 则表明变化趋势有显著意义：

如果 γ_s 是负值，则表明在评价时段内有关统计量指标变化呈下降趋势或好转趋势；

如果 γ_s 为正值，则表明在评价时段内有关统计量指标变化呈上升趋势或加重趋势。

当 $\gamma_s \leq W_p$ 则表明变化趋势没有显著意义：说明在评价时段内水质变化稳定或平稳。